Aus der Augenklinik der Universität Tübingen

Direktor : Professor Dr. Heinrich Harms

Untersuchungen zum Problem der „Trennschwierigkeiten" bei Schielamblyopie

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

EDITH KOCH

aus Frankfurt/M.

1965

8190

Aus der Augenklinik der Universität Tübingen

Direktor : Professor Dr. Heinrich Harms

Untersuchungen zum Problem der „Trennschwierigkeiten" bei Schielamblyopie

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

EDITH KOCH

aus Frankfurt/M.

1965

Dekan : Professor Dr. W. SCHULTE

Referent : Professor Dr. G. MACKENSEN
Korreferent: Professor Dr. H. HARMS

Fotodruck PRÄZIS · Tübingen

Gliederung der Arbeit

I. E i n l e i t u n g ..... S. 1
Literaturübersicht
Trennfähigkeit und Lesefähigkeit

II. M e t h o d i k ..... S. 5
Lesetexte und Testfiguren zur Prüfung der Trennfähigkeit
Registrierung der Augenbewegungen
Untersuchte Personen

III. E r g e b n i s s e ..... S. 13
Beispiele für pathologisches Verhalten
Übersicht über die Ergebnisse

IV. B e s p r e c h u n g d e r E r g e b n i s s e . S. 2o

V. Z u s a m m e n f a s s u n g ..... S. 26

VI. L i t e r a t u r ..... S. 27

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547609_0104

I. E i n l e i t u n g

Bei der Sehschärfenprüfung amblyopischer Augen werden oft erheblich unterschiedliche Werte gefunden, wenn die Sehzeichen mit verschiedenem gegenseitigen Abstand dargeboten werden. Diese Beobachtung wurde zuerst von BANGERTER und MÜLLER mitgeteilt. Je dichter die Zahlen oder E-Haken zusammenrücken, umso geringer ist gewöhnlich ihre Erkennbarkeit. Vor allem in Fällen von Amblyopie mit exzentrischer Fixation sind derartige Befunde häufig zu erheben.

Es handelt sich dabei um ein Phänomen, das zunächst als eine charakteristische Funktionsstörung des amblyopischen Auges aufgefasst und als "T r e n n s c h w i e r i g k e i t" bezeichnet wurde. Neuerdings ist es jedoch von BURIAN u. Mitarbeitern in gewissem Ausmaß auch bei gesunden, nicht schwachsichtigen Augen nachgewiesen

worden. Derartige Beobachtungen fügen sich in die Auffassung ein, dass bei der Amblyopie insgesamt nicht etwa neue Mechanismen in Tätigkeit treten, dass es sich vielmehr um die pathologische Abwandlung von Leistungen handelt, die auch in der Physiologie des Sehorgans eine Rolle spielen.

Das Wesen der "Trennschwierigkeit" ist bisher nicht ausreichend geklärt. Sensorische und motorische Störungen sind in Betracht zu ziehen. So muss für möglich gehalten werden, dass neben dem Fixationsareal liegende Hemmungsbereiche die Wahrnehmung dicht nebeneinanderstehender Sehzeichen stärker stören als die von Einzelobjekten. CÜPPERS hat auf die Möglichkeit hingewiesen, dass im Falle einer veränderten optischen Lokalisation der Wettstreit zwischen Richtungsempfindungen bei in Reihen angeordneten Objekten zu einer Konfusion und damit zur Trennschwierigkeit führen könnte. Schliesslich ist auch daran zu denken, dass motorische Ursachen von Bedeutung sein können, nämlich das oft sehr ausgeprägte Unvermögen amblyopischer Augen, Blickbewegungen gezielt und geordnet auszuführen (MACKENSEN).

Die sensomotorische Aufgabe, in Reihen angeordnete Sehzeichen fortschreitend wahrzunehmen, wird dem Sehorgan im praktischen Gebrauch vor allem beim Lesen gestellt. Das Auge springt dabei in einer Folge von Rucken von einem Buchstabenkomplex zum anderen, um nach Beendigung einer Zeile mit einem grossen Linksruck wieder zum nächsten Zeilenanfang zurückzukehren. "Trennschwierigkeiten" amblyopischer Augen treten deshalb beim Lesen besonders auffällig hervor. Schwachsichtige Augen sind oft trotz ausreichender Seh-

schärfe für einzelne Objekte nicht in der Lage zu lesen. Eine Besserung der Amblyopie unter der Therapie, die mit einzelnen oder weit auseinandergerückten Sehzeichen ermittelt wurde, braucht nicht mit einer Besserung der Lesefähigkeit verbunden zu sein. Der Unterschied des Erkennungsvermögens für isolierte und für zu gebundenem Text zusammengerückte Buchstaben kann sehr erheblich sein.

Nach einigen Beobachtungen muss angenommen werden, dass die Lesefähigkeit innerhalb gewisser Grenzen auch allein durch Übung des motorischen Ablaufes gebessert werden kann, selbst wenn die Sehschärfe für einzelne Sehzeichen und die Trennfähigkeit gleichbleiben (MACKENSEN).

Die Lesefähigkeit als komplexe sensomotorische Leistung ist leicht durch die Bestimmung der L e s e g e s c h w i n d i g k e i t zu prüfen. Aus der mittleren Zeilendauer und aus der Art, in der die Blicklinie beim Lesen eine Zeile durchläuft, sind wichtige Hinweise auf die Lesefähigkeit zu entnehmen.

Mit der Feststellung von Schwierigkeiten beim Lesen ist die Ursache jedoch noch nicht geklärt. Sie kann genau so wie die "Trennschwierigkeit" sensorisch oder motorisch bedingt sein.

Das Ziel dieser Arbeit war, zu versuchen, die sensorische von der motorischen Aufgabe soweit wie möglich zu trennen. Um bevorzugt den motorischen Bewegungsablauf zu prüfen, wurde eine aus 5 Punkten bestehende Testfigur benutzt. Der Abstand der Punkte wurde variiert. An diesen Tafeln sollte die Fähigkeit geprüft werden, von einem Punkt zum anderen durch die Reihe zu springen. Die einzelnen Punkte wurden so gross und mit so starkem Kontrast gewählt, dass sie keine Erkennungsschwierigkeiten bieten sollten. So war anzunehmen, dass mit

dieser Aufgabe das Schwergewicht mehr bei der motorischen Leistung liegt, als wenn die Forderung hinzukommt, während des Durchganges durch die Zeile auch noch einen Text zu perzipieren.

Bei der Planung dieser Untersuchungen wären wir uns jedoch darüber im Klaren, dass zwischen der Aufgabe, einen Text zu lesen und der, von einem Punkt zum anderen durch eine Punktreihe zu springen, kein prinzipieller, sondern nur ein gradueller Unterschied besteht. Auch der Gang durch eine Punktreihe bleibt letzlich eine sensomotorische Leistung. Die Fähigkeit, gezielt und zügig von einem Punkt zum anderen zu springen, ist zweifellos auch von einer gleichzeitigen ungestörten Wahrnehmung des Ausgangs- und Zielpunktes abhängig. Es wurde bereits erwähnt, dass die Punkte so gross und so kontrastreich gewählt wurden, dass keine Erkennungsschwierigkeiten bestanden. Dies kann natürlich immer nur mit notwendiger Sicherheit für die Wahrnehmung eines derartigen Punktes im Fixationsareal gesagt werden. Der Zielpunkt könnte durchaus etwa durch ein parazentrales Skotom in seiner Erkennbarkeit beeinträchtigt oder sogar gelöscht werden.

Schliesslich sei auch noch darauf hingewiesen, dass die motorische Störung des amblyopischen Auges, die sich in dem mehr oder weniger ausgeprägten Unvermögen ausdrückt, gezielt und zügig Blickbewegungen auszuführen, oder einem führenden Objekt gleitend zu folgen, auch keine primärmotorische Störung ist. Es ist anzunehmen, dass diese motorische Insuffizienz ihre Ursache in der sensorischen Funktionsminderung des amblyopischen Auges im weiteren Sinne hat. Die geringere Bestimmtheit der Fixation, die sich in der Vergrösserung des Fixationsareals ausdrückt und die damit verbundene geringere Bestimmtheit des "Nullpunktes" der Oculomotorik haben gewiss sensorische Ursachen.

Von diesen Standpunkten aus gesehen, muss ein Versuch, sensorische und motorische Leistungsmängel bei der "Trennschwierigkeit" unterscheiden und durch geeignete Versuchsanordnung voneinander trennen zu wollen, von vornherein als recht problematisch erscheinen. Trotzdem halten wir es für sinnvoll, einmal Lesefähigkeit für gebundenen Text und das Vermögen, die Blicklinie schrittweise durch eine Punktreihe wandern zu lassen, zu vergleichen. In beiden Fällen bleibt es eine sensomotorische Aufgabe. Bei einer Testfigur mit Punkten tritt der sensorische Leistungsanteil jedoch zurück.

II. Methode

Dem Patienten wurde zur Prüfung der Lesefähigkeit und der Lesegeschwindigkeit zunächst eine Textprobe dargeboten, die einem Sehschärfenwert von etwa o,1 entspricht. Als Text wurden Teile aus Eichendorffs Novelle "Aus dem Leben eines Taugenichts" gewählt. Von der fotografisch vergrösserten Vorlage waren 2o Zeilen zu lesen. Die dabei ausgeführten Augenbewegungen wurden elektrisch registriert.

Als weitere Testfiguren wurden Tafeln benutzt, auf denen je 5 schwarze Punkte von 3 mm Durchmesser in einer waagerechten Reihe angeordnet sind (Abb. 1).

Abb. 1: Testfigur aus 5 Punkten zur Prüfung der Trennfähigkeit.

Sieben verschiedene für 4o cm Entfernung berechnete Tafeln enthalten diese 5 Punkte mit gleicher Punktgrösse, aber in verschiedenem Punktabstand:

1.	4,5 cm	6,4°
2.	3,9 cm	5,6°
3.	3,4 cm	4,9°
4.	3,o cm	4,3°
5.	2,4 cm	3,2°
6.	1,7 cm	2,4°
7.	1,1 cm	1,2°

Die Aufgabe bestand darin, bei ruhiggestelltem Kopf mit dem Blick von einem Punkt zum nächsten zu springen und nach dem Gang durch die Punktreihe wieder vorne zu beginnen. Dies war am leichtesten dann zu erfüllen, wenn sich die Vp. bemühte, die Punkte zu zählen.Auf diese Weise erfolgten etwa lo Durchgänge durch die Punktzeile.

Der Kopf der zu untersuchenden Person wurde durch eine K i n n - S t i r n s t ü t z e so festgelegt, dass der Blick geradeaus gerichtet war. Im Abstand von 4o cm befand sich ein Lesepult, auf dem Lesetexte oder Punkttafeln aufgestellt wurden. Die Beleuchtung erfolgte blendungsfrei mit einer oberhalb des Pultes angebrachten verstellbaren Lampe.

Die R e g i s t r i e r u n g d e r A u g e n b e w e g u n g e n wurde durch E l e k t r o o c u l o g r a p h i e mit einem Elektroencephalographen der Fa. Fritz Schwarzer, München,vorgenommen. Das Gerät ist mit RC-Verstärkern versehen, die allerdings nur Wechselspannungen einer bestimmten Mindestfrequenz amplitudenrichtig aufzeichnen. Aber auch relativ langsame Augenbewegungen können ohne wesentliche Verzerrungen registriert werden, da die Zeitkonstante 2,o sec beträgt. Der Papiervorschub erfolgte für alle Versuche mit 15 mm/sec

Eine derartige elektrische Registrierung der Augenbewegungen ist möglich auf Grund von Potentialschwankungen in der Umgebung der Augen. Die Spannungen entstehen in der Netzhaut und bedingen eine Spannungsdifferenz zwischen dem vorderen und dem hinteren Augenpol. Bei Bewegungen der Augen verändern sich die Potentiale, die auch in der Umgebung der Augen abgeleitet werden können, in charakteristischer Weise.

Als besonders günstig zur Ableitung dieser Spannungsänderungen hat sich die Stelle zwischen dem schläfenwärtigen Lidwinkel und dem seitlichen Rand der Augenhöhle erwiesen. Hier ist die Höhe der abgeleiteten Spannungsdifferenzen dem Ausmaß der Bewegung nahezu direkt proportional. An diesen Stellen werden nach vorheriger Reinigung der Haut Silber-Klebeelektroden befestigt. Als indifferente Elektroden dienen Klammern an den Ohrläppchen.

Es werden gleichzeitig die Kurven der gemeinsamen horizontalen Bewegungen beider Augen - bipolare Ableitung - und die der Bewegung jedes einzelnen Auges - unipolare Ableitung - geschrieben.

Die Untersuchungen wurden an insgesamt 32 Personen durchgeführt. 4 davon sind augengesunde bzw. voll auskorrigierte Erwachsene, bei den übrigen handelt es sich um Kinder mit Schielamblyopie im Alter von 8 bis 17 Jahren. Ein Patient mit einer Schwachsichtigkeit infolge Anisometropie wurde ebenfalls untersucht.

Untersuchungen der Augenbewegungen während des Lesens wurden an der Univ.-Augenklinik Tübingen von MACKENSEN und Mitarbeitern durchgeführt.

Beim Lesen durchläuft die Blicklinie die Zeile in einzelnen Rucken. Während der zwischen den Rucken eingenommenen Positionen

wird der Lesetext in Buchstabenkomplexen aufgenommen. Die mit Hilfe der Elektrooculographie aufgezeichneten Kurven haben während des Zeilendurchganges einen treppenförmigen Verlauf. Am Ende jeder Zeile springt die Blicklinie mit einer rückläufigen Bewegung zum Anfang der nächsten Zeile zurück (Abb. 2).

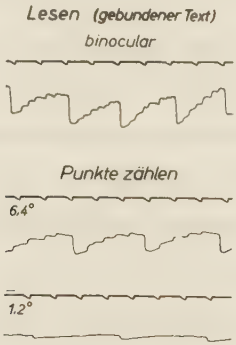

Abb. 2: L e s e n eines gebundenen Textes und Z ä h l e n der Punkte der für die Untersuchungen auf Trennfähigkeit benutzten Testfiguren mit 6,4° und 1,2° Punktabstand, elektrooculographisch registrierte Kurven. Normale Leistung einer augengesunden Person. Die grössere Schwierigkeit, dichter zusammenliegende Punkte zu zählen, drückt sich in der grösseren Zeilendauer aus. Die Zeitmarkierung gibt Sekundenintervalle an.

Trotz individueller Besonderheiten sehen sich Lesekurven verschiedener Personen sehr ähnlich. Die Lesefähigkeit ist abhängig vom Bildungsgrad des Lesenden, von seiner Konzentration und Übung. Durch häufiges und regelmässiges Lesen kann die Lesefähigkeit erheblich gefördert werden. Diese Tatsachen sind bei der Beurteilung der vorliegenden Kurven zu berücksichtigen.

Tabelle 1

Zusammenstellung der untersuchten Personen

Nr.	Name	Ursache der Amblyopie	amblyopisches Auge			führendes Auge	
				Visus	Fixation		Visus
1.	P.,H. 14.o7.1o	Strab.div.	R	o,1	zentral,ruhig	L	1,o
2.	S.,K. 12.o6.46	Anisometropie	L	o,15	parafoveolar	R	1,o
3.	K.,K. o.7.o7.52	Strab.conv.	R	o,4	zentral,ruhig	L	1,3
4.	K.,Chr. o5.o8.41	Strab.conv.	L	o,2	paramacular	R	1,25
5.	H.,H. 13.o5.49	Strab.conv.	L	o,4	zentral,ruhig	R	1,o
6.	A.,H. 22.o2.48	Strab.conv.	R	o,o5	parafoveolar	L	1,o
7.	M.,G. 28.o6.53	Strab.conv.	L	o,2	parafoveolar	R	1,25
8.	R.,G. 11.o7.48	Strab.conv.	L	o,5	paramacular	R	1,o
9.	O.,Chr. 21.o5.45	Strab.conv.	R	o,4	parafoveolar	L	1,25
1o.	S.,A. o4.o8.48	Strab.conv.	L	o,o5	parafoveolar	R	1,o
11.	W.,H. 1o.12.53	Strab.conv.	R	o,1	paramacular	L	1,o
12.	Z.,E. 15.1o.51	Strab.conv.	R	o,1	paramacular	L	1,o
13.	F.,K. 19.o4.43	Strab.conv.	L	o,o2	parafoveolar	R	1,o
14.	M.,U. 23.o1.48	Strab.div.	L	o,1	kparamacular	R	1,25
15.	E.,J. o4.o5.47	Strab.conv.	L	o,5	parafoveolar	R	1,25

Nr.	Name	Ursache der Amblyopie		amblyopisches Auge		führendes Auge	
				Visus	Fixation		Visus
16.	Z.,E. 19.o9.43	Strab.div.	L	o,o5	parafoveolar	R	1,o
17.	W.,E. o5.o2.49	Strab.conv.	L	o,o2	parafoveolar	R	1,25
18.	Sch.,U. 16.o6.5o	Strab.conv.	L	o,1	parafoveolar	R	1,5
19.	L.,W. 19.o8.52	Strab.conv.	R	o,1	paramacular	L	1,25
2o.	R.,U. 11.11.5o	Strab.conv.	L	1,op.	unruhig,zentral	R	1,o
21.	S.,H. 26.o9.5o	Strab.conv.	L	o,o5	parafoveolar	R	1,o
22.	J.,H. 21.o1.39	Strab.conv.	R	o,o3	paramacular	L	1,25
23.	K.,K. 13.o8.51	Strab.conv.	R	o,5	unruhig,zentral	L	1,o
24.	B.,G. 19.o5.51	Strab.conv.	L	o,1	paramacular	R	1,o
25.	St.,Ge. o 8.o2.45	Strab.conv.	R	o,2	paramacular	L	1,o
26.	St.,Gi. o8.o2.45	Strab.conv.	R	o,1	paramacular	L	1,o
27.	B.,W. 28.o9.52	Strab.conv.	R	o,2	unruhig,zentral	L	cc 1,op.
28.	R.,M. 27.12.39	Strab.conv.	L	o,3	parafoveolar	R	1,o

Lässt man mit einem gesunden Auge eine Reihe von fünf nebeneinander gezeichneten Punkten mehrmals zählen, so werden dabei den Lesebewegungen sehr ähnliche Augenbewegungen ausgeführt. Die aufgeschriebenen Kurven entsprechen in ihrem treppenförmigen Verlauf den beim Lesen gefundenen. Da es beim Zählen der Punkte nicht auf die Erfassung eines Textinhaltes ankommt, ist die Aufgabe einfacher als das Lesen eines gebundenen Textes.

Die Tafeln mit gebundenem Text und die Punkttafeln wurden dem amblyopischen und dem vollsichtigen Auge nacheinander vorgelegt. Stets wurde mit dem grössten Punktabstand angefangen.

Um eine Beurteilungsbasis für pathologische Zustände zu gewinnen, wurden die Untersuchungen zunächst mit Augengesunden durchgeführt (Tab. 2).

Richtige Ruckzahl bei lo Durchgängen

			P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	System. F.
1.	P.E.	binocular	lo	lo	lo	lo	lo	lo	lo	Ø
2.	L.U.	binocular	8	lo	lo	9	lo	lo	-	K
3.	V.J.	binocular	lo	lo	lo	lo	lo	lo	lo	Ø
4.	K.E.	binocular	lo	lo	lo	lo	lo	lo	-	K

Tab. 2: Übersicht über den mit 4 Erwachsenen durchgeführten Punktversuch.

Als Beispiele werden in Abb. 2 "Lese- und Punktkurven" gezeigt. Die Augen sind normalerweise ohne weiteres in der Lage, auch beim hier

gewählten kleinsten Abstand (1,2°) die Punkte noch gut einzeln zu fixieren.

Die Untersuchungen bei Amblyopie wurden hauptsächlich mit Kindern im Schulalter durchgeführt (Tab. 1). Dabei wurde die Leistung des führenden Auges mit der des schwachsichtigen verglichen. Es handelt sich um Patienten, die entweder zu einer Schieloperation oder zur Amblyopiebehandlung stationär aufgenommen waren. Für die Bewertung meiner Untersuchungsergebnisse muss die Besonderheit dieser Situation berücksichtigt werden. Verwirrung durch die ungewohnten Untersuchungen sowie schnelles Nachlassen der Konzentration und Aufmerksamkeit waren häufig recht störend. Eindrucksvoll zeigt das ein kleines Mädchen, dem während der Untersuchung mitgeteilt wurde, es habe Besuch bekommen. Augenblicklich zählte es schnell und einwandfrei (Abb. 3), um bald mit der Untersuchung fertig zu werden. Es muss auch berücksichtigt werden, dass Kinder im allgemeinen noch langsamer und unruhiger lesen als Erwachsene.

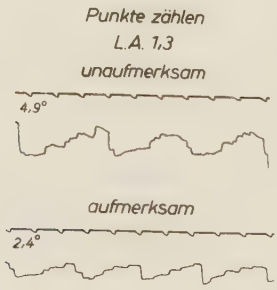

Abb. 3: Beispiel für die Bedeutung der Aufmerksamkeit bei der Testaufgabe.

III. Ergebnisse

Über die Befunde der untersuchten Patienten informiert die Tabelle 1.

Die meisten der kleinen Patienten konnten bei einer Sehschärfe des amblyopischen Auges von o,3 bis o,4(Haken) gebundenen Text nicht lesen. Für sie erwies sich der Punktversuch als geeignet, Trennschwierigkeiten nachzuweisen. In Tabelle 3 sind die erzielten Ergebnisse zusammengestellt worden.

Einige Störungen wurden bei der Untersuchung amblyopischer Augen gehäuft beobachtet. Oft wird der Zeilenbeginn oder der Anfang einer Punktreihe nicht zügig mit einem Sprung gefunden oder es werden zu viel, manchmal aber auch zu wenige Punkte gezählt. Zwei Kinder konnten auf den Tafeln bereits beim grössten Punktabstand nicht alle Punkte sehen und auch deren Anzahl nicht angeben. SIEBECK beschreibt ein ähnliches Phänomen als "Lokalisationsschwierigkeit". Es besteht darin, dass Sehprobenzeichen bei Amblyopie mit exzentrischer Fixation zwar richtig erkannt werden, dass aber nicht festgestellt werden kann, an welcher Stelle der Zeile sie stehen. Zuweilen kann nicht einmal bestimmt werden, wieviele Zeichen in einer Reihe stehen.

Beispiele für Störungen beim Zählen von Punkten mit dem amblyopischen Auge zeigen Abb. 4 und 5. Die Kurven demonstrieren deutlich, in welcher Weise der Bewegungsablauf verändert ist.

Tabelle 3

	Name	Visus	Fixation	Lesen	Punktezählen	Diagnose
1.	P., H.	o,1	zentral,ruhig	Ø	+	Strab.div.
2.	S.,Kl.	o,15	parafoveolar	Ø	+	Anisometropie
3.	K.,K.	o,4	zentral,ruhig	Ø	+	Strab.conv.
4.	K.,Chr.	o,2	paramacular	Ø	+	Strab.conv.
5.	H.,H.	o,4	zentral,ruhig	+	+	Strab.conv.
6.	A.,H.	o,o5	parafoveolar	Ø	Ø	Strab.conv.
7.	M.,G.	o,2	parafoveolar	Ø	Ø	Strab.conv.
8.	R.,G.	o,5	paramacular 9	Ø	Ø	Strab.conv.
9.	O.,Chr.	o,4	parafoveolar	Ø	Ø	Strab.conv.
1o.	S.,A.	o,o5	parafoveolar	Ø	Ø	Strab.conv.
11.	W.,H.	o,1	paramacular	Ø	Ø	Strab.conv.
12.	Z.,E.	o,1	paramacular	Ø	Ø	Strab.conv.
13.	F.,K.	o,o2	parafoveolar	Ø	Ø	Strab.conv.
14.	M.,U.	o,1	paramacular	Ø	+	Strab.div.
15.	E.,J.	o,5	parafoveolar	+	+	Strab.conv.
16.	Z.,E.	o,o5	parafoveolar	Ø	Ø	Strab.div.
17.	W.,E.	o,o2	parafoveolar	Ø	Ø	Strab.conv.
18.	Sch.,U.	o,1	parafoveolar	Ø	Ø	Strab.conv.
19.	L.,W.	o,1	paramacular	Ø	Ø	Strab.conv.
2o.	R.,U.	1,op.	zentral,unruhig	+	+	Strab.conv.
21.	S.,H.	o,o5	parafoveolar	Ø	Ø	Strab.conv.
22.	J.,H.	o,o3	paramacular	Ø	Ø	Strab.conv.
23.	K.,K.	o,5	zentral,unruhig	+	+	Strab.conv.
24.	B.,G.	o,1	paramacular	Ø	Ø	Strab.conv.
25.	St.,Ge.	o,2	paramacular	Ø	Ø	Strab.conv.
26.	St.,Gi.	o,1	paramacular	Ø	Ø	Strab.conv.
27.	B.,W.	o,2	zentral,unruhig	+	Ø	Strab.conv.
28.	R.,M.	o,3	parafoveolar	nicht untersucht	+	Strab.conv.
				5	lo	

+ Aufgabe erfüllt

Ø Aufgabe konnte nicht erfüllt werden

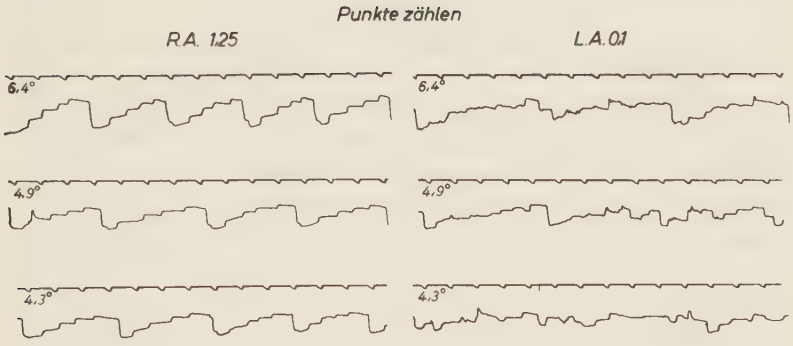

Abb. 4: Beispiel für Störungen der motorischen Abläufe bei der Aufgabe,mit dem schwachsichtigen Auge (Visus o,1) eine Reihe von Punkten zu zählen. Punktabstände 6,4; 4,9 und 4,3°.

Je weiter exzentrisch die zum Fixieren benutzte Stelle auf der Netzhaut liegt und je unruhiger die Fixation ist, umso ausgeprägter sind die "Trennschwierigkeiten". Dies stimmt mit den Beobachtungen MACKENSENs und von NOORDENs überein, nach denen die Grösse des Fixationsareals, also des Netzhautbereiches, in dem die Fixationseinstellungen streuen, umso mehr zunimmt, je weiter peripher fixiert wird. Eine strenge Abhängigkeit zwischen der Sehschärfe und der Fixationsweise sowie dem Fixationsort ist nicht immer vorhanden.

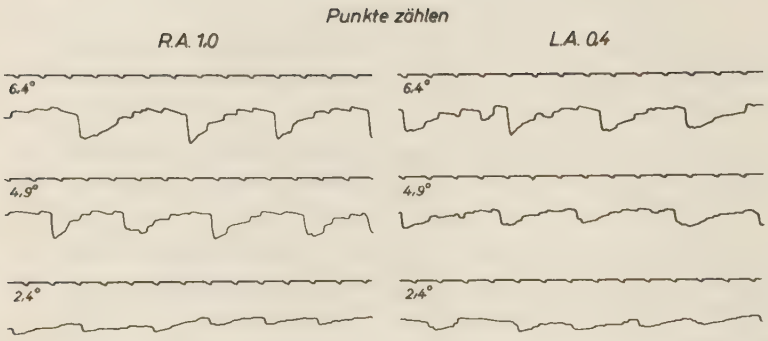

Abb. 5: Beispiel für geringere Störungen der motorischen Abläufe (Visus o,4).

Übersicht über die Untersuchungsergebnisse

Die Auswertung der Versuchsergebnisse wurde folgendermaßen vorgenommen: Bei jeder Punkttafel wurde die Aufgabe gestellt, die Punkte lo x hintereinander zu zählen. Demnach sind bei jeder Tafel mit verschiedenem Punktabstand lo richtige Lösungen möglich. Eine derartige Auswertung ist in Tab. 3 für das amblyopische und das vollsichtige Auge zusammengestellt worden.

Aus der Tabelle 4 ist zu entnehmen, dass vom amblyopischen Auge in keinem Fall bei lo Durchgängen die richtige Ruckzahl erreicht wurde. In 18 von 28 Fällen waren die "Trennschwierigkeiten" des amblyopischen Auges bereits beim grössten Punktabstand so stark, dass die Kurve völlig ungeordnet verlief.

Tabelle 4

Nr.	Vp.	Amblyop. Auge	Richtige Ruckzahl bei lo Durchgängen P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	System. Fehler	Vollsicht. Auge	Richtige Ruckzahl bei lo Durchgängen P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	System. Fehler
1.	P.,H.	R o,1	1	3	3	3	-	-	-	K	L 1,o	lo	9	9	8	6	7	-	K
2.	S.,K.	L o,15	6	6	6	5	5	7	8	+	R 1,o	lo	lo	lo	7	8	8	6	-
3.	K.,K.	R o,4	1	3	1	-	-	-	-		L 1,3	2	6	3	lo	9	9	7	K
4.	K.,Chr.	L o,2	2	3	-	-	--	-	-	K	R 1,25	6	6	6	6	4	6	4	+
5.	H.,H.	L o,4	5	5	6	5	6	-	-	K	R 1,o	6	7	8	4	4	5	-	K
6.	A.,H.	R o,6	-	-	-	-	-	-	-	Ø	L 1,o	lo	9	9	lo	lo	lo	-	K
7.	M.,G.	L o,2	-	-	-	-	-	-	-	Ø	R 1,25	-	-	-	-	-	-	-	
8.	R.,G.	L o,5	-	-	-	-	-	-	-	Ø	R 1,o	5	lo	2	4	5	4	6	K
9.	O.,Chr.	R o,4	-	-	-	-	-	-	-	Ø	L 1,25	8	lo	lo	7	5	4	-	K
lo.	S.,A.	L o,o5	-	-	-	-	-	-	-	Ø	R 1,o	9	lo	lo	lo	lo	8	7	K
11.	W.,H.	R o,1	-	-	-	-	-	-	-	Ø	L 1,o	4	7	7	4	4	1	-	K
12.	Z.,E.	R o,1	-	-	-	-	-	-	-		L 1,o	7	5	5	2	-	-	-	+
13.	F.,K.	L o,o2	-	-	-	-	-	-	-	K	R 1,o	9	8	9	9	4	-	-	K
14.	M.,U.	L o,1	3	-	-	-	-	-	-	+	R 1,25	lo	lo	9	lo	lo	8	5	K
15.	E.,J.	L o,5	4	5	4	4	5	-	-	K	R 1,25	7	4	7	4	2	6	3	+
16.	Z.,E.	L o,o5	-	-	-	-	-	-	-		R 1,o	9	5	9	lo	9	lo	-	K
17.	W.,E.	L o,o2	-	-	-	-	-	-	-		R 1,25	-	-	-	-	-	-	-	
18.	Sch.,U.	L o,1	-	-	-	-	-	-	-	Ø	R 1,5	7	8	7	8	lo	8	-	K
19.	L.,W.	R o,1	-	-	-	-	-	-	-		L 1,25	8	9	lo	8	8	9	8	K
2o.	R.,U.	L 1,o p.	9	7	5	6	6	5	2	K	R 1,o	5	7	6	9	5	6	-	-

Fortsetzung Tabelle 4

Nr.	Vp.	Amblyop. Auge	Richtige Ruckzahl bei lo Durchgängen P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	System. Fehler	Vollsicht. Auge	Richtige Ruckzahl bei lo Durchgängen P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	System. Fehler
21.	S.,H.	L o,o5	-	-	-	-	-	-	-		R 1,o	1	-	-	-	-	-	-	
22.	J.,H.	R o,o3	-	-	-	-	-	-	-	Ø	L 1,25	9	lo	9	9	8	-	-	K
23.	K.,K.	R o,5	8	6	7	-	-	-	-	K	L 1,o	9	lo	8	lo	7	5	-	K
24.	B.,G.	L o,1	-	-	-	-	-	-	-	Ø	R 1,o	3	-	-	-	-	-	-	
25.	St.,Ge.	R o,2	2	-	-	-	-	-	-	K	L 1,o	3	7	6	5	4	-	-	+
26.	St.,Gi.	R o,1	-	-	-	-	-	-	-	+	L 1,o	9	7	5	-	-	-	-	+
27.	B.,W.	R o,2	-	-	-	-	-	-	-	Ø	L cc 1,o	-	-	-	-	-	-	-	+
28.	R.,M.	L o,3	7	7	4	-	-	-	-	Ø	R 1,o	6	5	-	-	-	-	-	+

K = Korrekturbewegungen

\+ = gewöhnlich zu viel Rucke

\- = gewöhnlich zu wenig Rucke

Ø = keine systematischen Fehler

Die beschriebenen Lesetexte und Punkttafeln wurden auch den vollsichtigen Augen der untersuchten Patienten mit Schielamblyopie vorgelegt. Überraschend fanden sich dabei in einigen Fällen auch "Trennschwierigkeiten", allerdings weniger ausgeprägt als bei Blickführung mit dem amblyopischen Auge (Abb. 6). Dies bemerkenswerte Phänomen fand sich auch nur, wenn am amblyopischen Auge sehr ausgeprägte "Trennschwierigkeiten" bestanden. Die richtige Ruckzahl wurde von diesen Patienten nur selten erreicht und zwar unabhängig vom Abstand der Punkte.

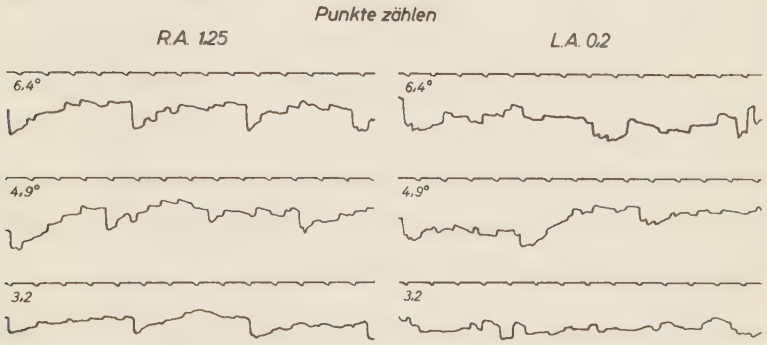

Abb. 6: "Trennschwierigkeiten" eines amblyopischen Patienten bei der Aufgabe, Punkte zu zählen. Die motorischen Störungen sind bei Benutzung des amblyopischen und des vollsichtigen Auges deutlich.

IV.Besprechung der Ergebnisse

Aus dem Vergleich der Lesefähigkeit amblyopischer Augen mit der Fähigkeit, geordnet eine Punktreihe zu durchlaufen (Tab. 3) geht folgendes hervor:

Lesefähigkeit für einen Text mit einer Sehschärfenanforderung von o,1 fand sich nur bei den Augen, deren Sehschärfe o,2 und mehr betrug. In der von mir untersuchten Gruppe fand sich jedoch nur ein amblyopisches Auge mit einer Sehschärfe von o,2. Dieses Auge fixierte unruhig zentral. Insgesamt waren von den 28 schwachsichtigen Augen 5 lesefähig. Die mangelnde Fähigkeit zu lesen, konnte nur in einem Fall mit den offenbar unzureichenden Lesekenntnissen eines 7-jährigen Kindes erklärt werden, denn dieses konnte auch bei Benutzung des führenden Auges noch nicht gebundenen Text lesen. In allen anderen Fällen war bei Benutzung des führenden Auges Lesefähigkeit vorhanden. Das Unvermögen zu lesen, muss bei diesen Patienten also als Ausdruck der "Trennschwierigkeiten" aufgefasst werden.

lo der untersuchten amblyopischen Augen besassen die Fähigkeit, Punkte zu zählen, wenigstens bei Testfiguren mit grossem Punktabstand. Als positive Leistung wurde dabei nur gewertet, wenn insgesamt ein geordneter Kurvenverlauf und bei mindestens dem grössten Punktabstand (Testtafel 1) mehrere richtige Zeilendurchgänge erzielt wurden. Die Erwartung, dass der Weg durch eine Punktreihe die einfachere Aufgabe sein würde, ist demnach durch meine Untersuchungen bestätigt worden.

Mit Punktreihen unterschiedlichen Punktabstandes sind "Trennschwierigkeiten" quantitativ fassbar nachzuweisen. Mit e i n e r

Ausnahme (Nr. 27) fand sich in allen Fällen, in denen Lesefähigkeit bestand, auch ein positives Ergebnis im Punktversuch.

Wenn ich nun versuche, meine Untersuchungsergebnisse in die bisherigen Kenntnisse vom Wesen der "Trennschwierigkeiten" einzufügen, dann ergibt sich folgendes Bild:

Nach den Untersuchungen von STUART und BURIAN sind Trennschwierigkeiten ein allgemeines Phänomen und nicht für Amblyopie als spezifisch anzusehen. Die Autoren weisen auf eine Abhängigkeit des Ausmaßes der Trennschwierigkeiten von der Sehschärfe hin, die in dem Diagramm der Abb. 7 wiedergegeben ist.

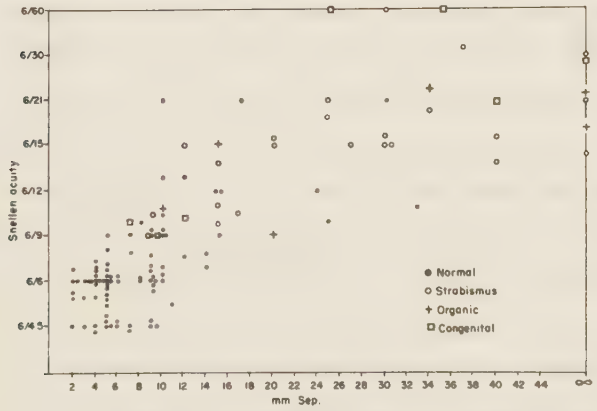

Abb. 7:

Bemerkenswert ist aber doch eine erhebliche Streuung in der Abhängigkeit von Trennfähigkeit und Sehschärfe: so finden sich etwa für normale Augen mit einer Sehschärfe von 6/4,5 bis 6/6 Sehzeichenzwischenräume von 2 bis lo mm als untere Grenze der Trennfähigkeit angegeben. Bei einer Sehschärfe von 6/2o streut die Trennfähigkeit für Augen mit Sehherabsetzung aus verschiedenen Gründen zwischen lo mm und unendlich. Eine feste Abhängigkeit der Trennfähigkeit von der Sehschärfe kann demnach nicht bestehen. Dass nicht die Sehschärfenherabsetzung die entscheidende Tatsache für das Auftreten von Trennschwierigkeiten bei der Schielschwachsichtigkeit ist, war auch bereits aus klinischen Erfahrungen bekannt und in der Literatur mehrfach erwähnt. Meine Untersuchungen sind mit denen STUARTs und BURIANs nur schwer vergleichbar, weil es bei der Prüfung mit verschiedenen dicht zusammengerückten SNELLENschen Haken in erster Linie auf das Auflösungsvermögen ankommt. STUART und BURIAN stellen also vorwiegend die Frage nach der sensorischen Leistung. Bei der von mir verwendeten Untersuchungsanordnung sollte - wie in der Einleitung näher ausgeführt wurde - die sensorische Leistung hinter der motorischen Aufgabe zurücktreten. Eine Darstellung meiner Untersuchungsergebnisse in einem Diagramm zeigt Abb. 8. Hier sind Sehschärfenwerte und die Fähigkeit, Punkte verschiedenen Abstandes fortschreitend zu fixieren, zueinander in Abhängigkeit gesetzt worden. Es wurde jeweils die Reihe kleinster Punktabstände eingetragen, die noch mit mindestens einem (von lo) richtigen Durchgang bewältigt werden konnte. Es zeigt sich zwar eine Häufung der besonders schlechten Leistungen bei den Augen hochgradiger Schwachsichtigkeit, eine deutliche Abhängigkeit von der Sehschärfe ist aber in den Fällen einer besseren motorischen Leistung nicht zu erkennen. Demnach fügen sich meine Untersuchungs-

ergebnisse besser der Vorstellung ein, dass Trennschwierigkeiten weitgehend unabhängig von der Sehschärfe bestehen können. Auch wenn man die Aufgabe vereinfacht und nicht mehr die Auflösung von Sehzeichen als Kriterium fordert, sondern stattdessen nur Punkte, die keine Erkennungsschwierigkeiten bieten, zählen lässt, treten die Trennschwierigkeiten auch bei Amblyopien mittleren und geringeren Grades deutlich hervor.

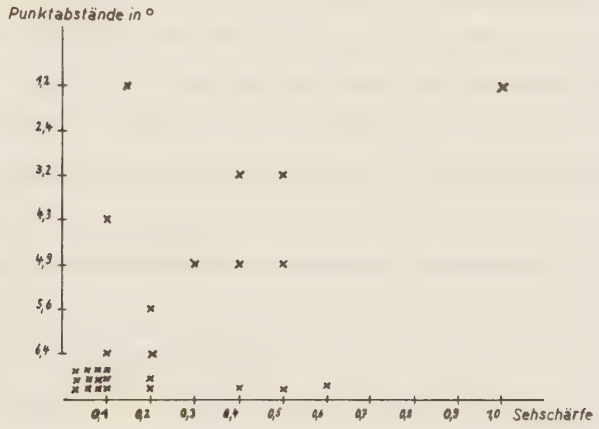

Abb. 8: Sehschärfe und Fähigkeit, Punkte verschiedenen Abstandes fortschreitend zu fixieren. Untersuchungen an amblyopischen Augen.

Besondere Beachtung verdienen 4 Patienten, die trotz guter Sehschärfe nicht in der Lage waren, mit dem f ü h r e n d e n Auge die Punktreihe geordnet zu durchlaufen. Bei allen diesen war auch der Punktversuch am amblyopischen Auge ganz besonders schlecht ausge-

fallen (Nr. 7, 17, 21, 27). Zu geringes Lebensalter als Erklärung für dieses Phänomen kommt wohl nur im Fall Nr. 7 (7-jähriger Knabe) in Betracht. Auch in den anderen Fällen mag mangelnde Konzentrationsfähigkeit eine wesentliche Rolle gespielt haben. Immerhin ist die Tatsache der schlechten sensomotorischen Leistung an beiden Augen bemerkenswert. Auch bei der Untersuchung von Führungsbewegungen fanden MACKENSEN u. Mitarbeiter ähnliche Störungen an beiden Augen. Bei einigen Patienten waren Bewegungen, die unter der Führung des vollsichtigen Auges ausgeführt worden waren, in ähnlicher Weise gestört, wie die Bewegungen des amblyopischen Auges. Und insgesamt waren die motorischen Leistungen der vollsichtigen Augen schielender Patienten etwas schlechter als die Leistungen motorisch und sensorisch augengesunder Personen. Auch bei Untersuchungen der Lesefähigkeit amblyopischer Patienten war bereits aufgefallen, dass selbst das führende Auge zuweilen bemerkenswert ungeordnete Lesebewegungen zeigen kann.

Die Zahl der Beobachtungen von Bewegungsstörungen unter der Führung des vollsichtigen Auges in meinem Material ist zu klein, um entscheidend zu der Frage Stellung nehmen zu können, ob nicht etwa primär-motorische Störungen an der komplexen Funktionsminderung der Trennschwierigkeiten beteiligt sein könnten. In diesem Zusammenhang muss auf die Untersuchungen von DODEN hingewiesen werden, der bei 5o% der Schielenden Störungen im optisch-vestibulären System fand. Wenn insgesamt auch noch kein Beweis für oder gegen die Annahme primär-motorischer Störungen vorliegt, müssen meine Befunde aber doch wohl als weiterer Hinweis auf eine derartige Möglichkeit gelten.

Insgesamt möchte ich aus meinen Untersuchungen den Schluss ziehen, dass die bei fortschreitendem Fixieren durch eine Punktreihe auftretenden motorischen Störungen in ähnlicher Weise zu deuten sind, wie Störungen, die sich bei der Fixation ruhender Objekte, bei Blickbewegungen und bei Führungsbewegungen gezeigt haben. Sie stehen in keiner direkten Abhängigkeit von der Sehschärfe, sondern sind wohl in komplexerem Sinne als Folge der sensorischen Leistungsminderung des schwachsichtigen Auges aufzufassen. Schon bei einer Amblyopie mit zentraler Fixation, mit der die Lokalisation und die Oculomotorik noch auf das Netzhautzentrum bezogen sind, sind die motorischen Leistungen infolge des Verlustes des sensorischen Leistungsgipfels im allgemeinen wenig präzise. Bei exzentrischer Fixation orientieren sich die Lokalisation und die Motorik nach dem exzentrischen Netzhautort. Dann fehlt nicht nur ein Leistungsgipfel für die Sehschärfe und für die Lichtunterschiedsempfindlichkeit, auch Lokalisation und Oculomotorik finden im exzentrischen Fixationsareal keinen sicheren Bezugspunkt. Alle sensorischen Funktionen werden von einem exzentrischen Netzhautgebiet nur mit mangelhafter Genauigkeit übernommen. Es hat nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen die grösste Wahrscheinlichkeit, dass die von mir nachgewiesene Störung bei fortschreitendem Fixieren innerhalb einer Punktreihe auch als die Folge der so charakterisierten komplexen Leistungsminderung des amblyopischen Auges aufzufassen ist. Daneben sind aber auch - möglicherweise für bestimmte Fälle - primär-motorische Störungen des zentralen Schaltapparates der Oculomotorik in Betracht zu ziehen.

V. Zusammenfassung

Es wird über Untersuchungen berichtet, die an 32 Patienten zur Klärung der Ursache von Trennschwierigkeiten durchgeführt wurden. 27 von ihnen waren Kinder mit einer Schielamblyopie.

Elektrooculographisch registrierte Kurven von Lesebewegungen wurden denjenigen gegenübergestellt, die beim fortschreitenden Fixieren einer Punktreihe entstanden. In fast allen Fällen (1 Ausnahme), in denen Lesefähigkeit bestand, konnte auch eine Reihe von Punkten mit mehreren richtigen Zeilendurchgängen gezählt werden.

Bemerkenswert waren Störungen im Bewegungsablauf auch des führenden Auges bei schielenden Patienten, ohne dass sich eine direkte Abhängigkeit von der Sehschärfe nachweisen liess. Besonders in Fällen hochgradiger Amblyopie fielen schlechte sensomotorische Leistungen beider Augen auf. Die bei fortschreitendem Fixieren durch eine Punktreihe auftretenden motorischen Störungen sind, wohl als Folge der sensorischen Leistungsminderung des schwachsichtigen Auges im weiteren Sinne anzusehen.

VI. Literatur

CÜPPERS, C. - Zur Genese der Trennschwierigkeiten in Fällen von Schielamblyopie. Tagg.d.Vereinig.Rhein.-Mainischer Augenärzte 1.12.57 Frankfurt/M.

DODEN, W. u. ADAMS,A.- Über zentral-vestibuläre Störungen bei Kindern mit Begleitschielen. Klin.Wschr. 34, 818 (1956).

EHRICH, W. - Die Diagnose der Trennschwierigkeit bei der Amblyopie und ihre Behandlungsmethodik mit einem neuen Trennungstrainer. Klin.Mbl.Augenhk. 127, 221-224 (1955).

ders. - Fixation, Trennschwierigkeiten und Ermüdung bei der pleoptischen Behandlung. 21.Tag.d.Augenärzte Nordwestdeutschlands, Hamburg, 1o.-11.7.55.

MACKENSEN, G. u. WIEGMANN, O. - Lesebewegungen. Bericht 62.Zus.kunft d.DOG.Heidelberg 1959.

MACKENSEN, G. - Das Fixationsverhalten amblyopischer Augen. Albrecht v.Graefes Arch.Ophthal. 159, 2oo-211 (1957).

ders. - Blickbewegungen amblyopischer Augen. Albrecht v.Graefes Arch.Ophthal.159,212-232(1957)

ders. - Die Geschwindigkeit horizontaler Blickbewegungen Untersuchungen mit Hilfe der Elektrooculographie. Albrecht v.Graefes Arch.Ophthal.16o,47-64 (1958).

ders. - Die Untersuchung des schwachsichtigen Auges. Fixation, Sehschärfe und Gesichtsfeld. Bücherei d.Augenarztes. Beihefte d.Klin.Mbl. Augenhk., Heft 38 (1961).

ders., von NOORDEN, G.K. u. LÖHR, U.- Führungsbewegungen amblyopischer Augen. Albrecht v.Graefes Arch.Ophthal.163,267-282(1961)

SIEBECK, R. - Netzhautkorrespondenz und Sehrichtungsgemeinschaft. Albrecht v.Graefes Arch.Ophthal.158,136-148(1956)

STUART,J.A. and BURIAN, H.M. - A study of separation difficulty. Its relationship to visual acuity in normal and amblyopic eyes. Amer.J.Ophthalm. 53, 471 - 477 (1962).

Herrn Professor Dr. H. H a r m s sage ich Dank für die guten Arbeitsmöglichkeiten, die mir während der Ausführung der Arbeit in seiner Klinik zur Verfügung standen.

Meinem Doktorvater Herrn Professor Dr. G. M a c k e n s e n danke ich herzlich für die jederzeit verständnisvoll gewährte Hilfe.

L e b e n s l a u f

Am 7.4.1938 wurde ich als Tochter des Chemikers Dr. Heinrich Koch und seiner Ehefrau Martha geb. Gabrisch in Frankfurt/Main geboren.

In Bad Harzburg, wo wir während des Krieges einige Jahre lebten, wurde ich 1944 eingeschult. Nach Abschluss der Volksschulzeit in Frankfurt/Main-Höchst besuchte ich dort von 1947 bis zum Abitur im Jahre 1957 das Staatliche Gymnasium für Mädchen.

Medizin studierte ich in Frankfurt/Main, Kiel, Wien und Tübingen, wo ich 1962 das Staatsexamen ablegte.

Während meiner Medizinalassistentenzeit war ich zunächst an der Universitäts-Augenklinik Tübingen tätig, später an verschiedenen Abteilungen des Kreiskrankenhauses Kirchheim/Teck. Ich werde dort bis zum Beginn meiner Fachausbildung im Laufe dieses Jahres tätig sein.